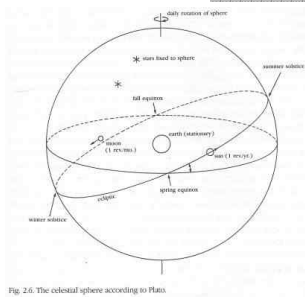
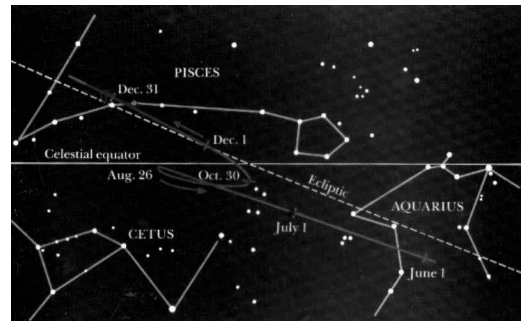


코페르니쿠스와 천문학 혁명

고대의 천문학



플라톤의 천구
영원한 등속 원운동



항성(불박이별)과 행성(떠돌이별)



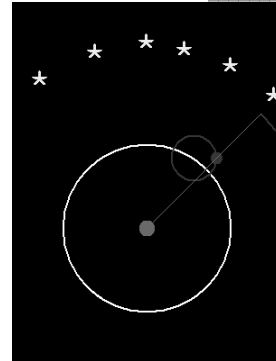
토성의 운동



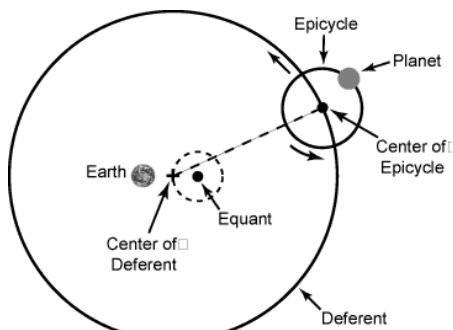
프톨레마이오스(Ptolemy)
Egypt, 90 - 168 A.D.
《알마게스트》(Almagest)를 통해 천문학 집대성

수리 행성 천문학

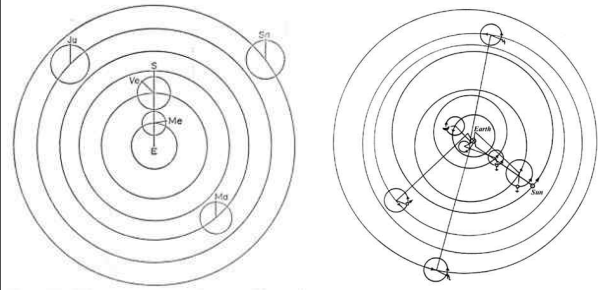
행성의 운동은 원운동의 합성으로 설명
주전원(epicycle), 이심(eccentric), 대심(equant)



주전원(epicycle) - 역행운동의 설명



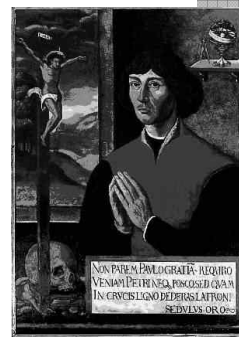
epicycle (질적 설명) + eccentric & equant (미세 조정)



프톨레마이오스의 우주 체계

중세의 천문학

12세기 《알마게스트》 발굴 및 번역
15세기경이 되어서야 완전히 소화



코페르니쿠스(Copernicus)
Kingdom of Poland, 1473-1543

프톨레마이오스의 체계는 괴물

이질적 원리 조합 - 우주의 조화와 대칭성 훼손

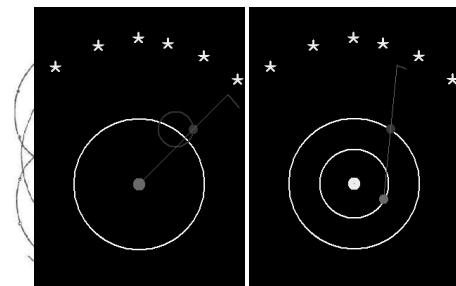


《천구의 회전에 관하여》 (1543)
태양중심설 주장

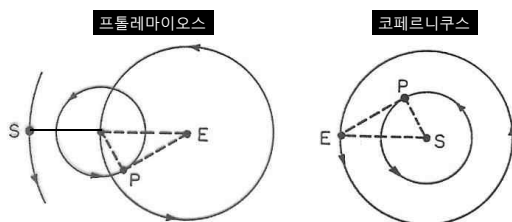
태양중심설의 장점

Harmony!

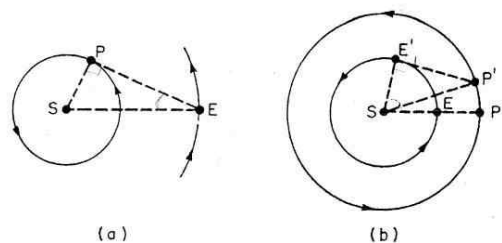
3가지 현상을 지구중심설보다 간단하게 설명



1. 행성의 역행 운동



2. 내행성의 최대이각



3. 행성 궤도의 크기와 순서 확정

코페르니쿠스 체계의 혁명성과 보수성

혁1. 지구도 하나의 행성

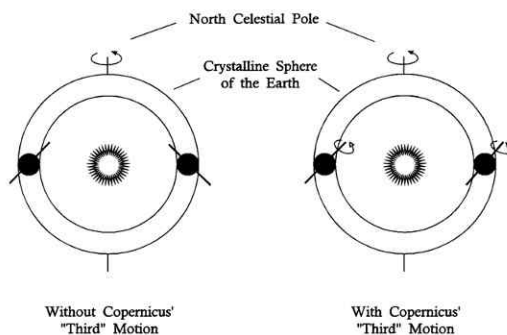
지상계와 천상계 사이의 구분 철폐

혁2. 우주 크기의 확장

공전에 따른 시차 관측 실패의 이유 - 우주의 거대함

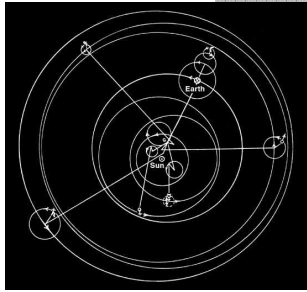
보1. 수정체 천구 고집

지구의 운동 = 자전 + 공전 + 제3의 운동



보2. 원운동에 대한 집착

정확한 행성 위치 계산 위해 minor epicycle 사용
그가 제거한 것은 major epicycle과 equant뿐



복잡한 코페르니쿠스 체계

프톨레마이오스 체계보다 정확도 향상 없음

당대의 반응은?

1. 중심 가설에 회의적

지구가 움직인다니!
아리스토텔레스 물리학과 성서 위배

2. 제2의 프톨레마이오스

‘완전성’ 면에서 *Almagest*에 필적하는 유일한 작품

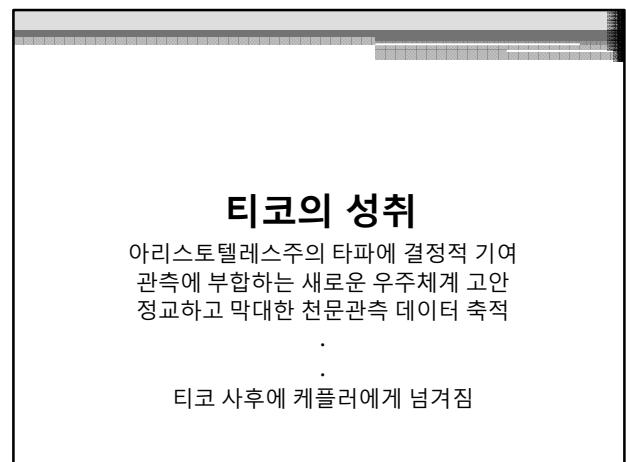
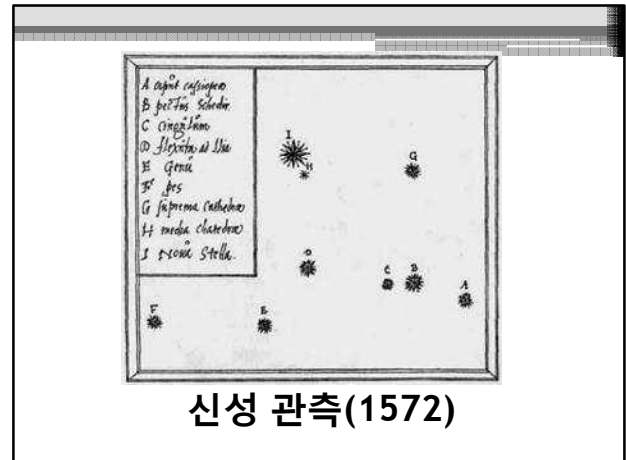
3. 도구적 수용과 천문표 제작

As if ... - 지구가 도는 것처럼 가정하고 계산
코페르니쿠스 체계를 이용한 천문표 제작(라인홀트)



Tycho Brahe's Golden Nose

티코 브라헤(1546-1601)

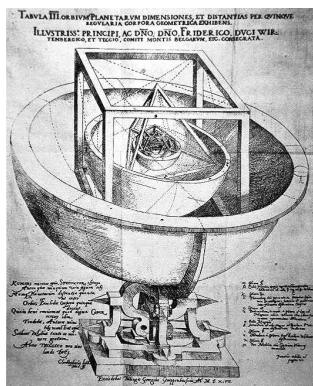




요하네스 케플러(1571-1630)

Natural-born 코페르니쿠스주의자

열렬한 신플라톤주의자
점성술과 수비주의에 탐닉



《우주의 신비》(1596)

티코의 조수가 되기 전
부터 태양중심설 옹호

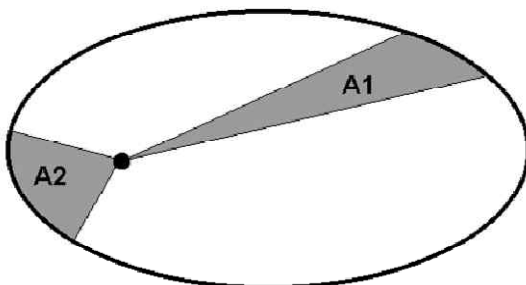
티코의 조수가 되다(1600)

티코 사(1601)후 그의 관측자료로 화성궤도 계산

타원 궤도 법칙 & 면적 속도 일정의 법칙 《새로운 천문학》(1609)
 $T^2 \propto R^3$ 《우주의 조화》(1619)

Kepler's Laws of Planetary Motion

1. The planets travel in ellipses with the Sun at one focus
2. The radius vector sweeps out equal areas in equal times ($A_1 = A_2$)
3. The square of the period of revolution, T , is proportional to the cube of the mean distance, R ($T^2 = R^3$)



어떻게 원을 버릴 수 있었을까?

티코 관측 자료의 정밀성 확신

주전원, 이심원 등을 이용 – 8분 이상의 오차
원 궤도 폐기 – 달걀, 타원 등 새로운 궤도 시도

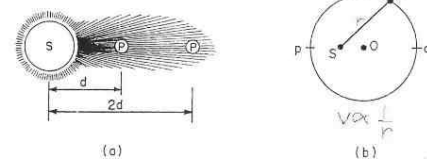
·

80여 회의 시행착오 끝에 화성 타원 궤도 확정

어떻게 등속을 버릴 수 있었을까?

천체물리학

행성운동의 원인은 태양!



목성이 화성의 공전 속도가 느리듯이, 하나의 행성도
태양으로부터 멀어지면 느려지지 않을까?

초기 아이디어 : $v \propto 1/r$
완성된 아이디어 : 면적속도 일정의 법칙

천문학자들의 전면적 수용

행성 궤도 법칙은 관측 자료와 완전히 일치!

·

그러나 일반인 & 자연철학자들은?

코페르니쿠스주의자의 과제

우주의 중심에 지구가 있는 것이 아니라면,
그리고 지구가 태양 주위를 선회하고 있다면,

물체는 왜 우주의 중심이 아닌 지구를 향해 떨어지는가?
우리는 왜 지구의 운동을 인식하지 못하는가?
수직으로 쏘아 올린 화살은 왜 뒤쳐지지 않는가?

※ '천문학 혁명'은 '역학 혁명'을 임태하고 있었음!

코페르니쿠스, 《천구의 회전에 관하여》 1권

- 오시안더가 쓴 서문을 통해 (자연철학과 구별되는) 당시 천문학 이론의 지위와 특징을 추측해보자.
- 코페르니쿠스가 당시 천문학에 대해 가진 불만은 무엇이었는가?
- 우주의 광대함이 코페르니쿠스에게 중요하게 다루어지는 이유는 무엇인가?
- 행성 운동을 간단하게 설명할 수 있다는 점 외에 코페르니쿠스는 지구의 운동을 어떻게 변호하고 있는가? 또 그의 논변은 얼마나 설득력이 있는가?